

# 市政道路施工特殊路基处理技术

杨 壮 王静伟 肖 慧 刘 聪 黄 思  
中国建筑第七工程局有限公司 河南 郑州 450000

**摘 要：**本论文对市政道路建设中特殊路基的处理工艺进行了深入的探讨。针对软土、湿陷性黄土、采空区等复杂地质条件下，对换填法、排水固结法、强夯法、CFG桩法等多种处理方法的应用原理、技术要点和适用条件进行了详细的分析。通过理论分析和实践施工经验相结合的方式，提出了一系列技术措施，为市政道路工程安全、高效施工，提升特殊路基稳定性和承载力方面提供了技术参考。

**关键词：**市政；道路施工；特殊路基；处理技术

引言：随着城市化进程的加快，作为城市基础设施的重要组成部分，市政道路建设的好坏与城市交通的畅通、安全有着直接的关系。针对市政道路建设中特殊路基处理技术进行深入研究，对提高道路建设质量，保障行车安全，促进城市可持续发展具有十分重要的意义。

## 1 特殊路基类型及其特性分析

### 1.1 特殊路基类型概述

在市政道路施工中，遇到的特殊路基类型多种多样，对道路工程的设计、施工和后期维护都提出了更高的要求，因为这些路基具有独特的物理、化学和工程特性。常见的特殊路基类型主要有软土路基、湿陷性黄土路基、采空区路基等，这些路基类型不仅在我国分布范围广，在世界范围内都是道路建设中需要重点攻克的难题。

### 1.2 各类型路基的特性分析

#### 1.2.1 软土路基

软土路基是指具有显著的高压缩性、低强度、透水性差等特点的土层，主要由泥浆、泥质土、软粘性土等组成。高压缩性是指软土路基在受到外部荷载作用时，容易产生较大的变形，造成路面下陷或龟裂；强度低，使承载能力有限的软土路基难以适应荷载车辆载重通行的需求；透水性差，造成土壤中的水分难以排出，使土壤软化变形的情况进一步加剧。形成软土路基的原因多种多样，既有河流冲积、湖泊沉积、海洋沉积等自然过程，也有填埋、堆载等人为活动形成的。在市政道路施工中，保证道路稳定、安全的关键环节就是处理软土路基。

#### 1.2.2 湿陷性黄土路基

湿陷性黄土具有遇水湿、陷等特点，是一种特殊的黄土类型。当黄土被雨水或地下水浸润后，其结构很快会遭到破坏，产生显著的附着物下陷，从而造成地基承载力的急剧下降。对道路工程安全和稳定性构成严重威胁的湿陷性黄土路基承载力低，湿陷变形具有突然性、

不均匀性、不可逆性等特点。湿陷性黄土，在我国分布较广，黄土高原为主要分布地区。在市政道路施工中，遇到黄土路基湿陷性强的情况，为防止路面工程因地基湿陷性受损，必须采取有效的处理措施。

#### 1.2.3 采空区路基

采空区是指开采后遗留下来的地下矿藏中的空洞地带。地面建筑和道路工程的安全受到严重威胁，随着矿产资源的不断开采，采空区逐渐扩大。采空区的路基稳定性极差，容易出现地陷、塌陷等地质灾害，这是由于存在地下空洞造成的。

对采空区路基的处理难度较大，要综合考虑施工地段的地质条件、开采历史、空洞形态等多种因素。在市政道路施工中，遇到采空区路基时，一定要进行详细的地质勘测及科学的稳定性评估，同时也应采取必要的治理加固等工程措施。

## 2 特殊路基处理技术原理与方法

### 2.1 换填法

更换填充法即换填法，其核心操作流程是将路基下不符合工程要求的薄弱土层移除，换成强度更高、稳定性更好、透水性更强的材料，作为一种有效的路基加固手段。这些材料中可能含有砂石、碎石、素土或灰土等等。通过逐层填充压实这些材料，使其达到并符合预定的密实度标准，从而使路基的承载力和稳定性得到显著增强，保证其与道路工程对基础性能的要求相适应。在施工过程中，首先需要对现场进行细致的勘察和测试，并准确把握软弱土层的具体分布、厚度及其物理、力学特性，并以此为依据，确定所需材料的适当变化及厚度。接着利用挖掘机械彻底清除软弱的土层及坑底杂物和积水。之后，按照设计要求将准备好的填充物逐层铺装、压实，保证每一层的压实度和承载力都达到设计标准。最后是施工的质量验收阶段，压实度、承载力等关

键指标只有检测结果达到设计标准,才能通过验收。更换填充法特别适用于浅层软弱的土层,这种土层处理厚度小,影响范围有限,在此前提下采用这种方法才能更好显示出它处理效果的优越性。但在面对较厚或分布较广的薄弱土层时,由于填充物的来源和运输条件的实际限制,其施工难度和更换填充物的成本都会明显上升。

## 2.2 水泥搅拌桩处理法

水泥搅拌桩技术在处理软土地基时扮演着重要角色,尤其在面对淤泥软弱层中水泥固化效果不佳的挑战时,采取了一种创新的工程技术。该技术首先在淤泥层中预制了小直径的砂桩,以中粗砂替换了淤泥层中的腐殖质,从而为水泥搅拌桩的施工创造了更有利的条件。在此基础上,采用了一种“小桩套打大桩”的施工方法,即在大直径的水泥搅拌桩施工时,将其套打在已经预制的小直径砂桩上。施工过程中,运用了“四搅四喷”的工艺,即在同一个桩位上,进行四次搅拌和四次喷浆的操作。这样做的结果是,砂和水泥浆被充分均匀地混合,并共同形成了坚固的桩体,显著提升了桩身的强度,确保了搅拌桩满足设计标准。这种方法在提高施工效率、保障桩身质量以及降低整体施工成本方面展现出显著的优势。它为解决传统水泥搅拌桩在富含腐殖质和有机污泥的软土层中施工效果不佳、桩身质量难以保证的问题提供了一种创新且实用的解决方案。

## 2.3 强夯法

强夯法,又称动力固结法,是一种通过重锤自由落体对施工地基产生的强力冲击,从而提高土体的密实度和承载力,对地基土进行强力夯实的地基处理技术,是一种基础处理技术。在强夯过程中,重锤落下瞬间所产生的巨大冲击波,不仅直接作用于表层土体,还会透过土体的传导而深入深层,达到土粒的重新排列组合、孔隙缩小、致密度增高等目的。另外,冲击波产生的动应力和振动作用,可以挤出土壤中的水分和气体,使土壤固结稳定得到进一步的增强。施工工艺流程包括施工前的准备,如场地清理、测量放线、确定夯点位置和间距然后备好重锤及吊车等施工设备;试夯是为了确定合适的参数,比如夯击的能量,遍数和间歇时间;夯筑施工,即按照已确定的参数进行夯筑,对每一处夯筑完成后的夯坑进行再填土、再平整等施工方法;最后进行检测验收,以保证经过处理的地基质量符合设计的要求。质量控制措施涉及对施工参数的严格控制和监控记录的加强,而安全措施则是包括了为防止安全事故发生而制定的安全操作规程、安全教育和培训、设置安全警示牌、保证安全距离、注意吊车和重锤的稳定等。通过强

夯法这些步骤和措施,对地基进行有效加固的同时,对工程的安全稳定也起到一定的保障作用。

## 2.4 CFG桩法

CFG桩,全称水泥粉煤灰碎石桩,是由水泥、碎石、粉煤灰、石屑或砂等混合材料加水拌和而成的一种高粘结强度桩。CFG桩以其可靠的成桩质量、相对低廉的造价、快速的施工速度和广泛的使用范围而倍受青睐。它的优点是能最大限度地利用桩间土的承载力,形成复合地基,从而使地基的承载力和稳定性得到显著的增强。此外,CFG桩还具备有效适应地基沉降和变形的良好抗震性能和变形协调能力。CFG桩在设计时,应根据实际情况和工程要求,遵循桩直径、桩长、桩间距等参数确定的原则,充分考虑桩与桩间土的协同作用,合理选用混合材料配比和施工工艺,对复合地基的承载力进行合理设计。在施工过程中,需要平整场地,测量放线和混合料的均匀搅拌,另外还要特别注意的是,要严格控制拔管速度和振动频率等施工参数,保护桩顶和桩间土不受破坏。在质量控制上,加强对混料配比、塌落度、成桩直径、桩长及垂直度等指标的监测和记录工作,并在成桩后进行承载力测试和桩身质量检测。保证CFG桩的承载力和稳定性达到设计要求,并及时处理和整改发现的质量问题。通过这些举措,CFG桩可以在多种基础处理项目中得到有效的应用,保证项目的安全稳定。

## 3 特殊路基处理技术应用案例分析

### 3.1 案例一:某软土路基处理工程

#### (1) 工程概况

本项目位于某沿海城市,拟建市政道路穿越一片广阔的软土区域。该区域软土层深厚,分布广泛,具有高压缩性、低强度和透水性差等特点,对道路建设构成了严峻挑战。为确保道路工程的稳定性和安全性,必须对软土路基进行有效处理。

#### (2) 处理方案选择

在经过详细的地质调查和方案对比后,决定采用换填法和水泥搅拌桩处理法来处理软土路基。具体操作是,使用特制的搅拌设备将水泥浆注入软土层中,通过搅拌头的旋转作用使水泥浆与软土充分混合,发生物理化学反应,从而提高地基的承载力和减小沉降。

#### (3) 实施过程与效果

在施工过程中,严格按照设计方案操作,确保了水泥浆的均匀注入和搅拌桩的垂直度。水泥搅拌桩处理完成后,经过一段时间的养护,软土路基的承载力和稳定性显著提高。监测资料显示,经过处理的路基沉降量大幅减少,完全符合公路工程对地基的要求。此外,水泥搅拌桩

处理法有效地改善了软土层的透水性，减少了雨水对路基的冲刷和破坏，进一步增强了路基的长期稳定性。

### 3.2 案例二：湿陷性黄土路基加固实践

#### (1) 地质条件分析

本项目位于黄土高原地区，拟建道路穿越一片湿陷性黄土区域。该区域黄土层结构疏松，遇水易湿陷，承载力低，对道路工程的安全性和稳定性构成严重威胁。通过地质勘察发现，该区域黄土层厚度较大，且地下水位较高，易发生湿陷性变形。

#### (2) 加固措施与实施

针对黄土湿陷性的特点，决定采取强夯法和灰土挤密桩法相结合的加固措施。一是采用强夯法对黄土层进行初步夯实处理，以增强土体密实度和承载力；二是将灰土挤密桩打入夯实后的土层中，通过桩体的挤密作用使土体的物理力学性质得到进一步的提高。三是在施工中，对强夯的能量、遍数等进行严格控制，确保夯实的效果。最后是保证灰土挤密桩的施工质量，特别注意的是要确保桩体密实度和垂直度。

#### (3) 成果评估与总结

经过加固处理后的路基进行了全方位的检测，结果显示，湿陷性黄土路基的湿陷性得到有效地控制了，土体的密实度和承载力有了明显的提高。而灰土挤密桩的设置又使路基整体稳定性得到增强，并减少了因湿陷性变形造成地基沉降的情况发生。因此，该项目的顺利实施，不仅使道路的通行条件得到明显改善，而且为今后同类地质条件下的道路建设提供了成功经验。

### 3.3 案例对比分析

#### (1) 不同处理技术效果对比

通过对比分析两件案例可以得出，在特殊路基的处理上，不同的处理方法对地基有不同的处理效果。在软土路基处理中，表现优异的是换填法和水泥搅拌桩处理法相结合的综合处理方案，能使土体密实度、承载力明显提高，沉降量降低；而对湿陷性黄土路基的加固处理，则更适合采用强夯法与灰土挤密桩法相结合的加固

措施，这样可以有效控制湿陷性变形，使路基整体稳定性得到加强。

#### (2) 经济性与适用性评价

从经济性角度来看，换填法虽然效果显著但成本较高，特别是在软土层厚度较大的情况下；而水泥搅拌桩处理法则相对经济且易于实施。对于湿陷性黄土路基而言，强夯法因其施工效率高、加固效果显著而具有较高的经济性；灰土挤密桩法则在需要进一步提高路基稳定性的情况下具有优势。因此，在选择特殊路基处理技术时，应综合考虑地质条件、工程要求、经济性以及施工条件等多方面因素。

#### 结束语

综上所述，特殊的路基处理技术作为道路工程施工的重要环节，其在保证道路稳定安全方面发挥着至关重要的作用。通过对强夯法、CFG桩法等关键技术原理和方法的深入分析，并结合实际案例应用，使大家对在特定地质条件下不同处理技术的适用性、优越性有了深刻的认识。今后，特殊路基处理技术将随着科技的不断进步和工程实践的不断深入而更加成熟、更加完善，从而为公路项目建设提供更为坚实的技术保障。

#### 参考文献

- [1]高崇新.城市道路施工中软土路基的处理技术[J].科技创新,2020(08):145-146.
- [2]广天顺.公路与市政道路工程路基施工中的软土地基施工技术[J].运输经理世界,2022(35):20-22.
- [3]张明星.一种处理城市道路路基土高含水率的措施[J].技术与市场,2022,29(10):84-87.
- [4]裔传硕.城市道路路基设计中的软基处理技术[J].中国科技信息,2020(17):47-48.
- [5]周军.基于水土保持理念的城市道路路基施工技术[J].科技创新,2023(06):121-124.
- [6]马世海.公路施工中特殊路基处理方法[J].价值工程,2014(26):106-107.